



Labor feladatlap

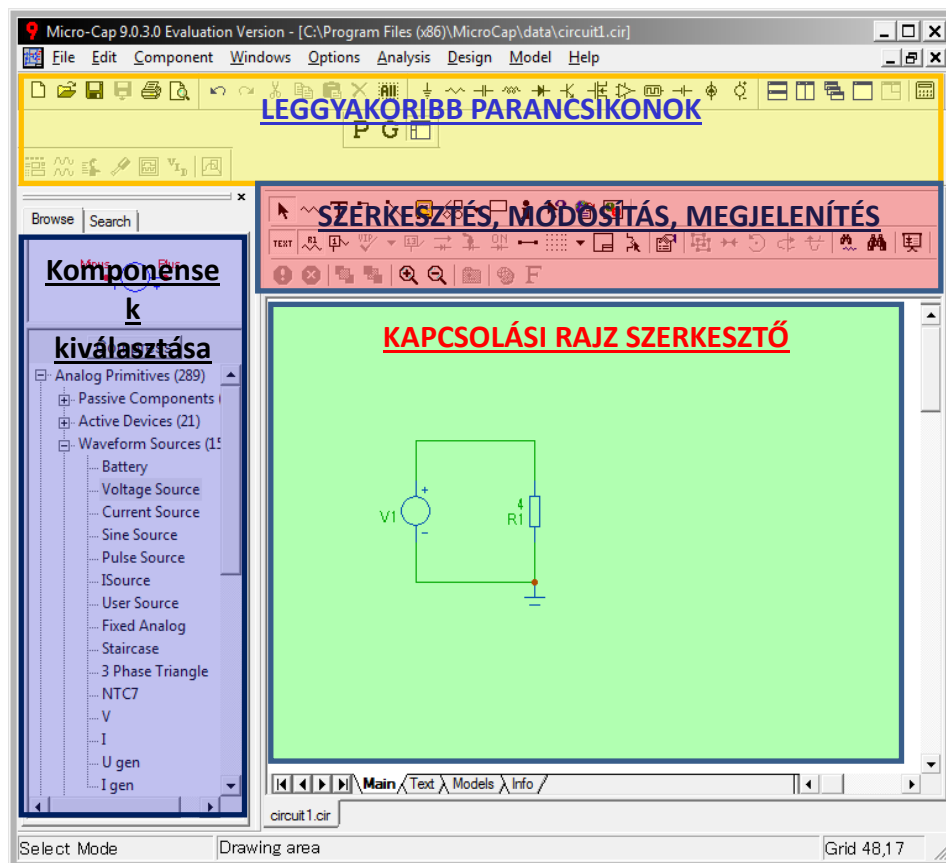
1. MicroCap

Az Elektronika II. laboratórium keretein belül az előadáson elhangzott anyag gyakorlati alkalmazásával ismerkedik meg a hallgató. Ennek keretein belül a MicroCap szimulációs program használata is elsajátításra kerül, melynek mindenkor legfrissebb változata a <http://www.spectrum-soft.com> weboldalon érhető el. A szoftver folytonos időben végzett analóg áramkört szimulációk futtatására használjuk. A laboratórium alatt használandó speciális alkatrészeket, áramkörök és IC-k az iskola honlapján található MC9_kiegészitese_k telepítése.zip fileből telepíthetők.

Ezen útmutató csupán az elérhető funkciók egy csekély részét ismerteti. Bővebb leírás a szoftver „Help” menüjében, valamint a gyártó honlapján kapható. A laboratóriumi gyakorlatok elvégzéséhez Molnár Ferenc, Szabó Tamás, Mihalik Gáspár: „Elektronika laboratórium” (2006. december 18.) valamint Fehér Gyula, Kóré László: „Micro-CAP V szimulátor Kezelés” című egyetemi jegyzete nyújtanak bővebb segítséget.

2. Felhasználói felület

A MicroCap 9 program indítása után a képernyőn megjelenik a szerkesztő képernyő, mely közepén a rajzterület, mellette balra a felhasználható komponensek, felette pedig a menüket és a leggyakrabban használt parancsok ikonjait találhatjuk meg.


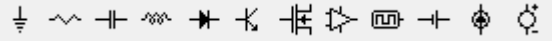




3. Új kapcsolás készítése

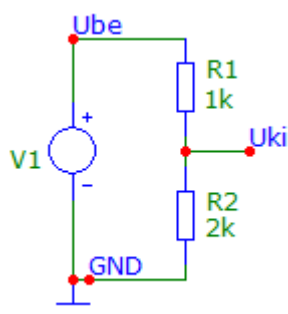
Az áramkör szimulációjának elvégzéséhez először is az áramkör kapcsolását kell megrajzolni a *Kapcsolási rajz szerkesztő* felületen különböző objektumok felhasználásával. (Minden kapcsolási rajzban alkalmazható elemet objektumnak nevezünk, mint pl.: R, L, C elemek, tápegységek, huzalok, földelési pont, mérőműszerek, ...). A szimulátor a szimuláció folytán ezen objektumokat matematikai modelljükkel helyettesíti, melynek egyes paramétereit mi is beállíthatjuk. Az így elhelyezett elemeket vezetékkel kötjük össze (melyek paramétereit a szoftver szintén figyelembe veszi). A szimuláció futtatása során a kapcsolásban folyó áramok, az ott eső feszültségek és az egyéb értékek a létrejött kapcsolás lineáris differenciálegyenlet-rendszerének megoldásaként kerülnek kiszámításra.

4. Alkatrészek felvitele

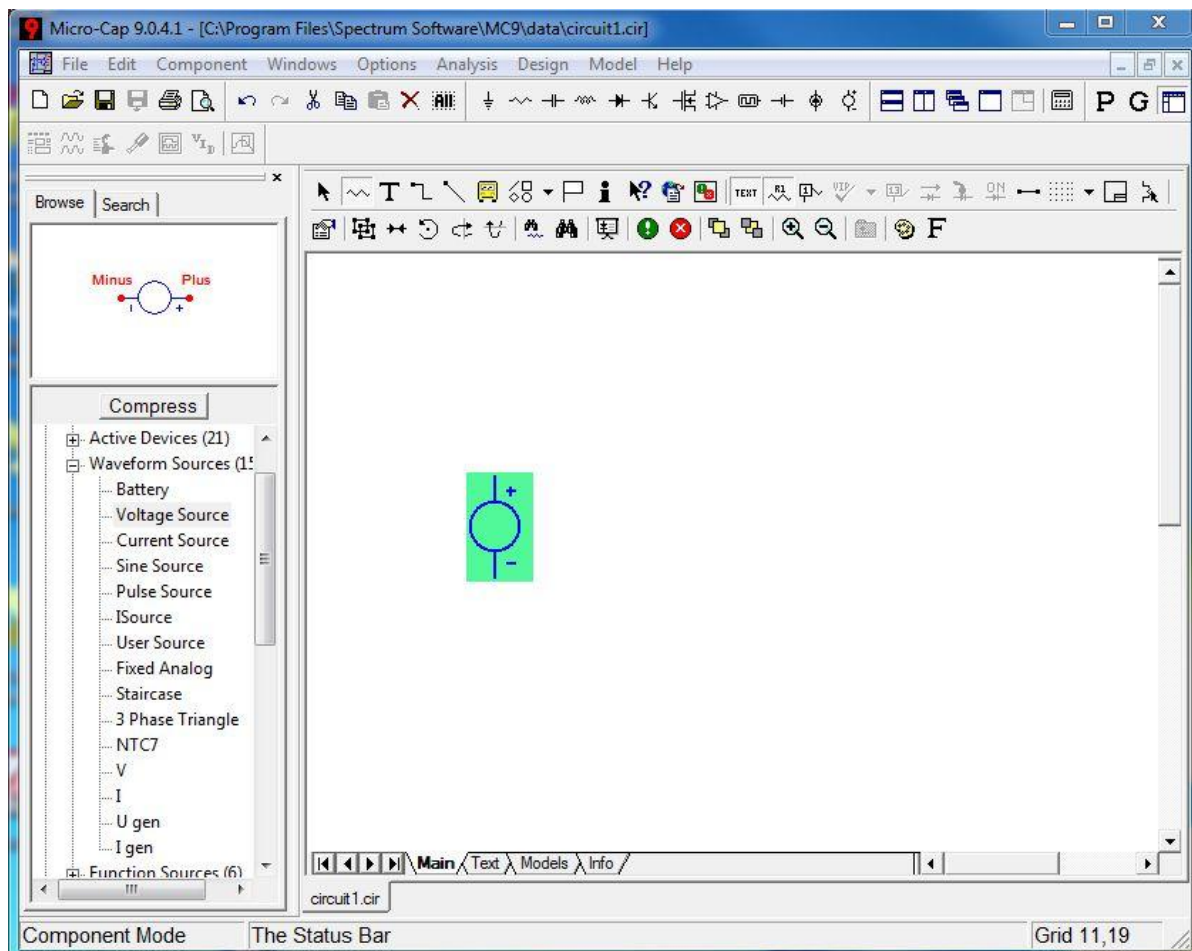
Kapcsolási rajz elkészítéséhez a szerkesztő képernyő fölött található *Component Mode*  (*Ctrl+D*) funkciót kell kiválasztanunk. Ezt követően **az ablak bal oldalán megjelenő listából vagy a Component menüből lehet kiválasztani a lehelyezni kívánt alkatrészt**. Itt az egyes legördülő menük segítségével többek között Digitális és Analóg alkatrészek közül választhatunk. A *Component / Analog Primitives* fület áttekintve az elektronikai szimulációk során legtöbbször használt elemeket láthatjuk, mint pl.: aktív (tranzisztorok,...) és passzív (R,L,C,D,...) elemek valamint jelforrások (egyen és váltó-áramú, feszültség valamint áram generátorok). A gyakrabban használt alkatrészeket a *Kapcsolási rajz szerkesztő* feletti ikonok segítségével is kiválaszthatjuk .

Az adott elem kiválasztása után a kurzor a kiválasztott elem szimbólumát veszi fel, és **a bal nyomógomb megnyomásának segítségével a rajzterületen bárhol elhelyezhető**. Ezt követően a felbukkanó ablakban paraméterezhetjük a rajzterületen elhelyezett objektumot.

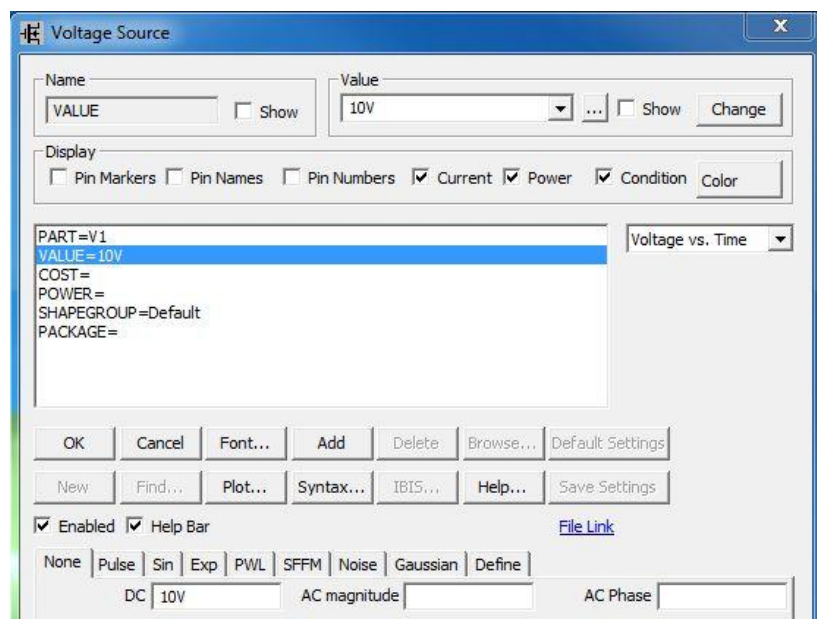
A kapcsolás összeállításának elsajátításához állítsunk össze egy ellenálláslétrával megvalósított feszültségosztót.







Első lépésként **vegyünk fel a kapcsolásra egy egyenáramú feszültséggenerátort**, mely a kapcsolás tápfeszültségét fogja biztosítani (*Component / Analog Primitives / Waveform Sources / Voltage Source*). A *Kapcsolási rajz szerkesztő* felületen ezen alkatrészt az egér bal gombjának megnyomásával tudjuk elhelyezni (az alkatrészek forgatására a bal egérgomb nyomva tartása mellett a *Space* billentyű lenyomásával van lehetőségünk).



Ezt követően a megjelenő ablakban a **Value** nevű paraméter értékének állítsunk be **10V-os** értéket. (Itt megtévesztő lehet, hogy a feszültséggenerátor kimeneti feszültség paraméterének elnevezése Value (parameter name: Value), melyet magyarul inkább „kimeneti feszültség”-nek hívhatnánk, ennek értékét pedig Value mezőben állíthatjuk be (paraméter value: 10V). Ellenállás elhelyezésekor az ellenállás értékének beállításához a Resistance nevű paraméter (parameter name: resistance) értékét kell beállítanunk (parameter value: 10Ω).)



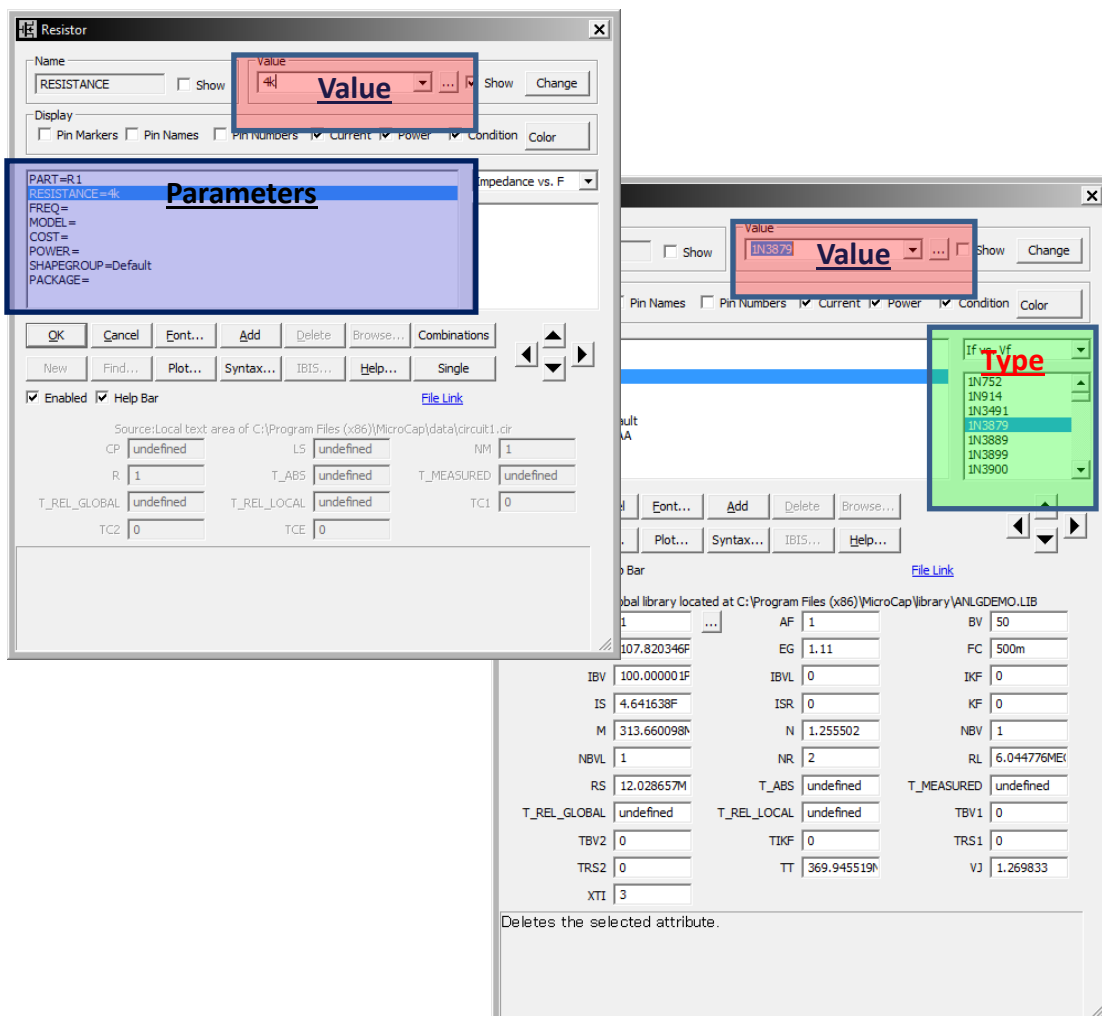
Az alkatrész lehelyezése után az utolsóként elhelyezett alkatrész zöld színű kijelöléssel látható a képernyőn. Ekkor a **Ctrl+R**  valamint **Ctrl+L** billentyűvel még lehetőségünk van forgatásra, valamint a  és  gombok segítségével a vízszintes és függőleges irányú tükörözésre. (A későbbiekben a **Select Mode**-ot  (**Ctrl+E**) választva még lehetőségünk van az



alkatrész kiválasztására, forgatására, paraméterezésére és törlésére.) Az alkatrész elhelyezése után a kurzor továbbra is az utoljára elhelyezett elem szimbólumát mutatja, ezzel jelezve, hogy ezen elemből a bal egérgombbal való kattintással több darabot is elhelyezhetünk. Ha ezt nem kívánjuk megtenni, az *Esc* gomb megnyomásával megszakíthatjuk a műveletet.


A szimuláció folytán a szoftver az előbb beállított paraméterek segítségével tudja helyettesíteni a feszültséggenerátort.

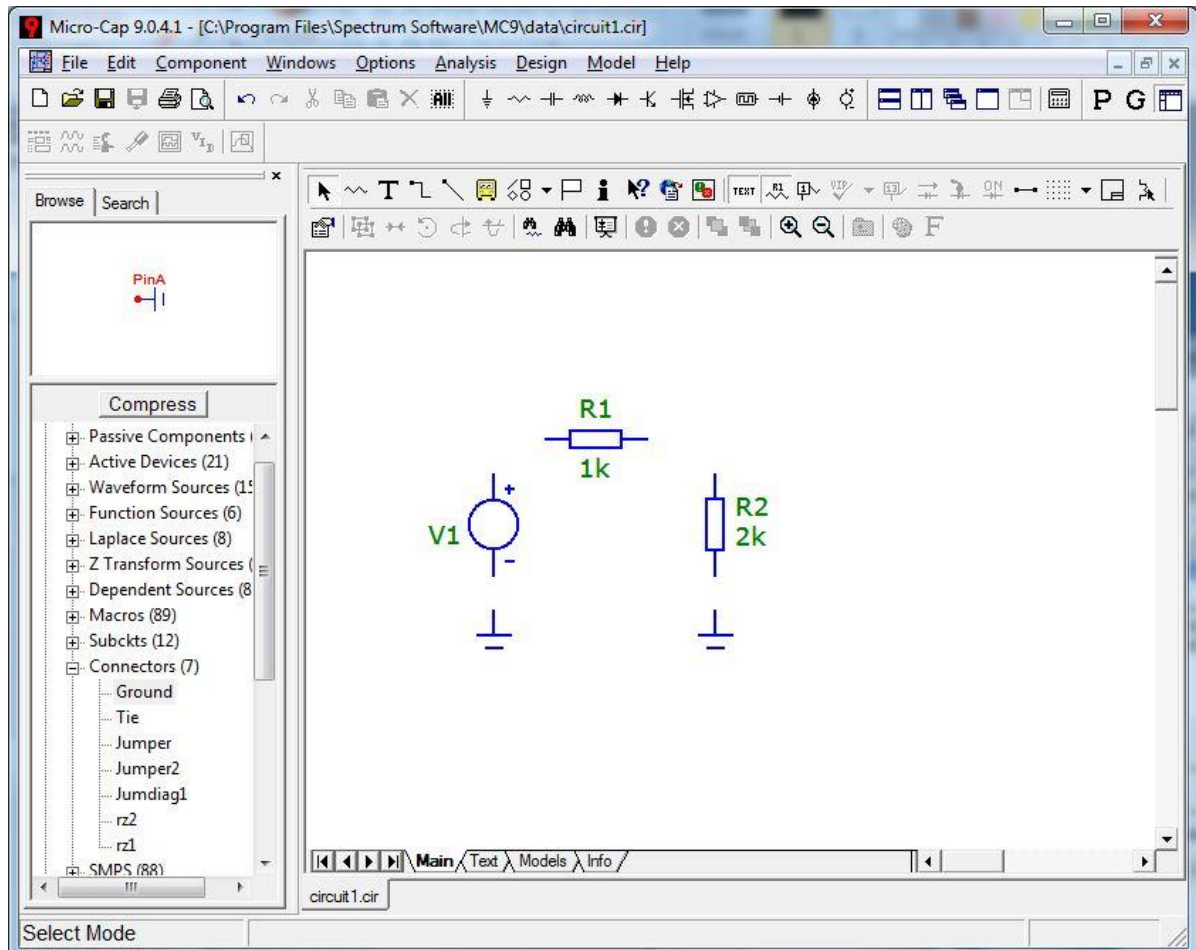
Az eddigieket összefoglalva: a matematikai modellek paramétereit az alkatrész elhelyezése után állíthatjuk be. Ekkor a megjelenő ablakban az objektumok egyes paramétereinek (például egy kondenzátor kapacitása, belső ellenállása ...) a *Value* mezőben adunk értéket. (A szoftver kezeli a prefixumokat is, így például a következőképp is megadhatók az egyes értékek: 1.1m, 1u, 10k, 1MEG, stb. értékeket. Ha nem egész értéket írunk be, tizedesvessző helyett tizedespontot használjunk.) Bizonyos paraméterek az ablak alján táblázatos formában is beállíthatók (ilyen például a váltakozó áramú generátor). Összetettebb alkatrészeknél a *Type* listboxból kiválasztva az adott alkatrész típusát annak paramétereit automatikusan betöltődnek (mint például a jobb alsó ábrán látható dióda paraméterező ablaka). **Type listboxból való alkatrészválasztás után a táblázatban megjelenő értékeket ne módosítsuk!**





A feszültséggenerátor elhelyezése után a *Component / Analog Primitives / Passive Components / Resistor* funkciójával helyezzünk el két ellenállást is a kapcsolásban (1k Ω valamint 2k Ω -os értékűt). A mérés folytán a szimulátornak szüksége van egy viszonyítási



pontra is, melyet föld pontnak (Ground) nevezünk. **Helyezzünk el Földelési pontot *Component / Analog Primitives / Connectors / Ground*  menü segítségével a generátor negatív lábánál valamint az ellenállásnál is.**



Az elhelyezett alkatrészek összekötésére a *Wire mode*-ot  (*Ctrl+W*) használjuk. A funkció kiválasztása után ez egyes építőelemek lábaitól indulva az egér bal gombjának lenyomva tartása mellett húzhatunk vezetéket.

A huzalozás befejeztével lényegében elkészült a kapcsolásunk. Az egyes elemek utólagos módosítását a *Select Mode*  (*Ctrl+E*) kiválasztásával, majd az alkatrészre való dupla egérgattintással érhetjük el.

5. Szimuláció

Az elkészült kapcsolásunk tulajdonságainak vizsgálatára különböző szimulációs típusok közül választhatunk. A Transient szimuláció a jelalakok időbeli lefutásának vizsgálatát, az AC analízis pedig a frekvenciatartománybeli vizsgálatát teszi lehetővé (a hálózat frekvenciatartománytól függő tulajdonságait vizsgálja a bemenetre szinuszosan változó jelet kapcsolva). A szimuláció folytán az áramkör alkotóelemeit azok munkapontjában érvényes lineáris helyettesítőképpel helyettesíti. Ekkor a be és kimeneti jelek feszültség és áramarányát valamint fáziskülönbségét vizsgáljuk. Az AC analízis nem egyetlen frekvencián történik, a szoftver a hálózatra kapcsolt váltakozóáramú generátor frekvenciáját f_k kezdeti frekvenciától f_v




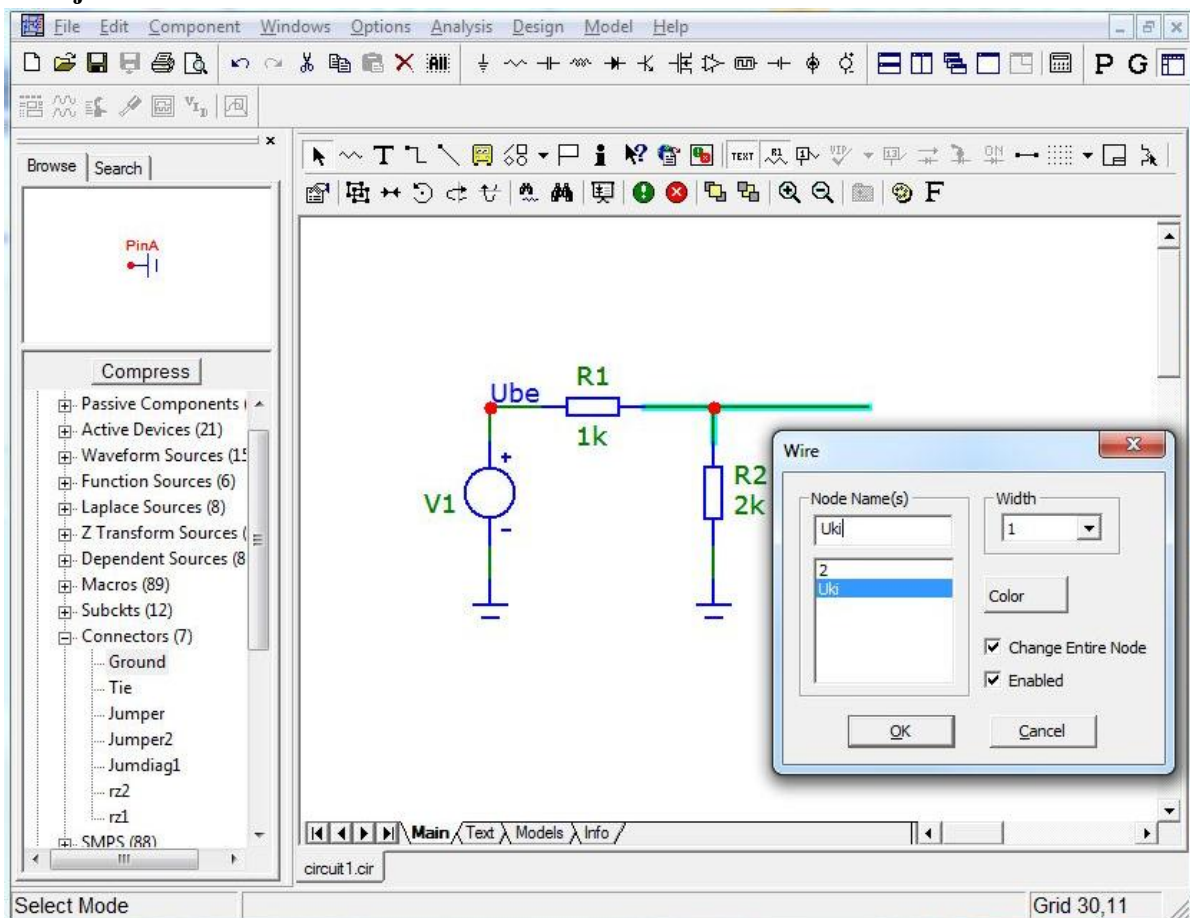
végfrekvenciáig változtatja). DC vizsgálattal többek között az áramkör transzfer tulajdonságait jeleníthetjük meg (a bemenetre kapcsolt jel hatására a kimeneten megjelenő jelet vizsgálja).

A szimuláció az elemek közti fizikai kölcsönhatás modellezésének figyelembe vétele mellett a villamos jelek vizsgálatára szolgál. A szimuláció során a szoftver többek között figyelembe veszi a vezetékek ellenállását, a környezeti hőmérsékletet, az egyes alkatrészek katalógusadatait és egyéb jellemzőket, majd a kapcsolásban folyó áramokat és az ott eső feszültségeket az így létrejött lineáris differenciálegyenlet-rendszer megoldásával számolja ki. (Logikai áramkör szimulációjánál a kapukból felépült áramkörök kimenetén a feszültség és áram változók a legtöbb esetben csak 1; 0; és X értéket vehetnek fel.)

5.1. Jelszintek megjelenítése (Tranziens analízis)

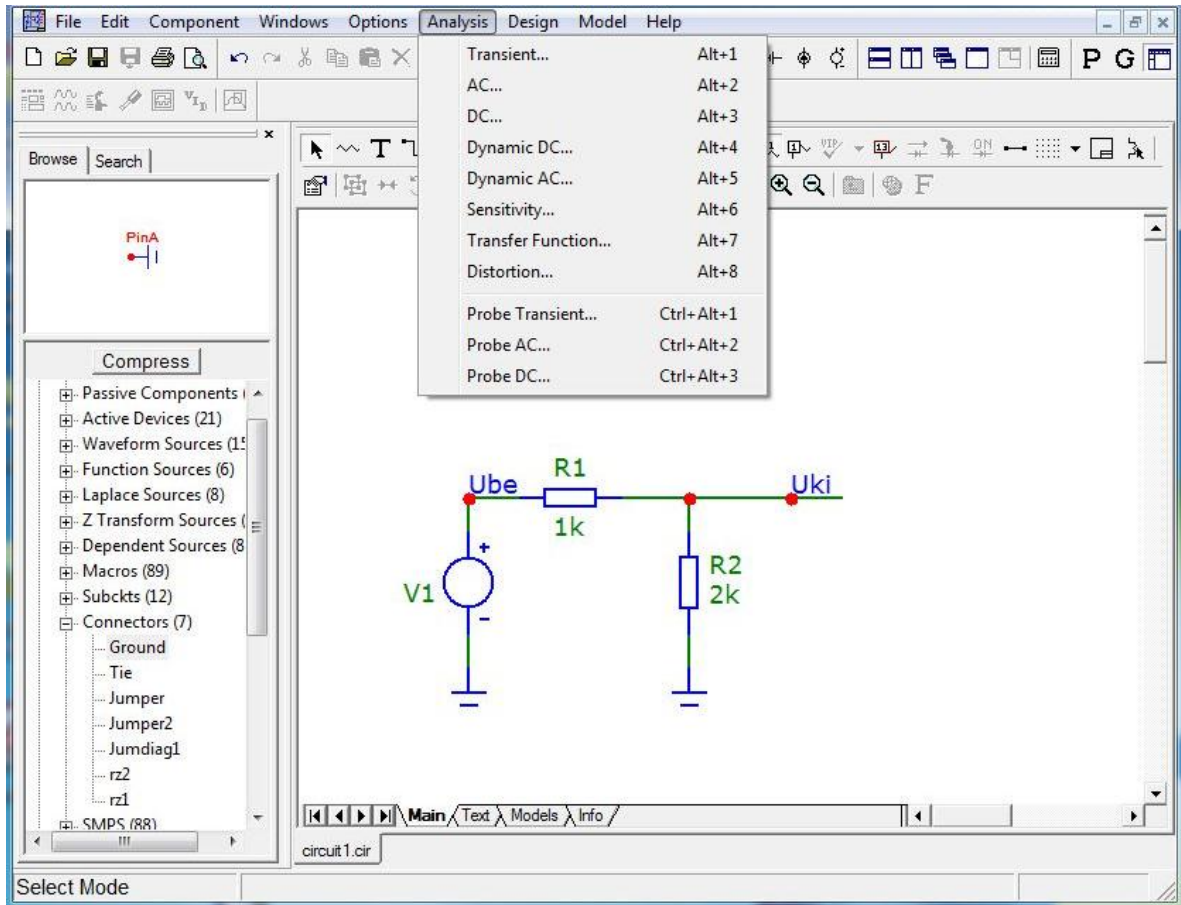
Tranziens analízis során a bemenetre kapcsolt jel kimenetre gyakorolt hatását vizsgálhatjuk.

A szimuláció során az egyes objektumok neveivel, valamint a vezetékek csomópontjainak sorszámával hivatkozhatunk a mérendő mennyiségek kapcsolásban elfoglalt helyére. Az alkatrészek valamint vezetékcsomópontok állapotainak (pl.: az ott eső feszültségek) mérésének egyik módja a *Node numbers*  (Csomópontszámok) megjelenítésével lehetséges. Ekkor a kapcsoláson megjelenő számok segítségével tudunk hivatkozni a mérések helyére. Bonyolultabb kapcsolásoknál **lehetőségünk van a vezeték szakaszok elnevezésére is. Ehhez egyszerűen kattintsunk kétszer az elnevezni kívánt vezetékre, majd a felugró ablakba írjuk be a vezeték új nevét.**

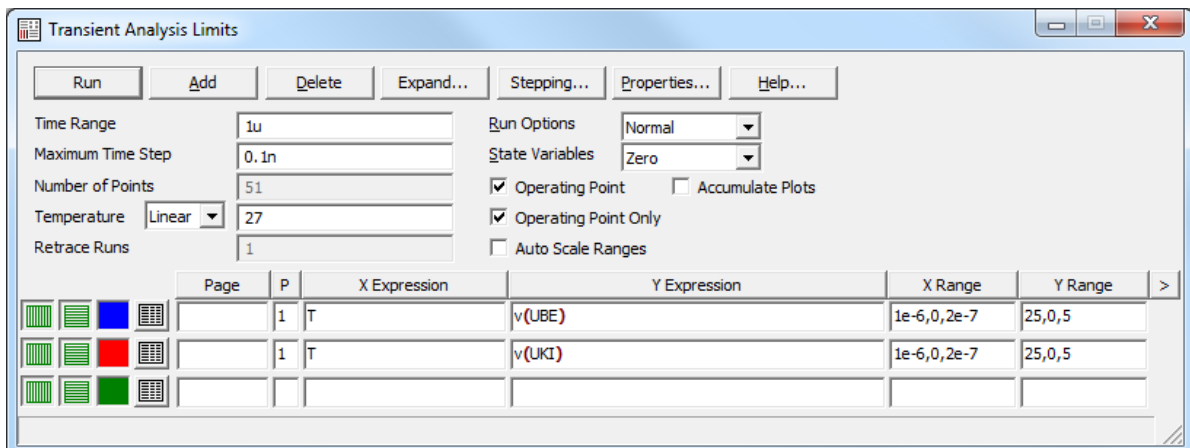






A tranziens analízis megkezdéséhez válasszuk az *Analysis / Transient* menüpontot.

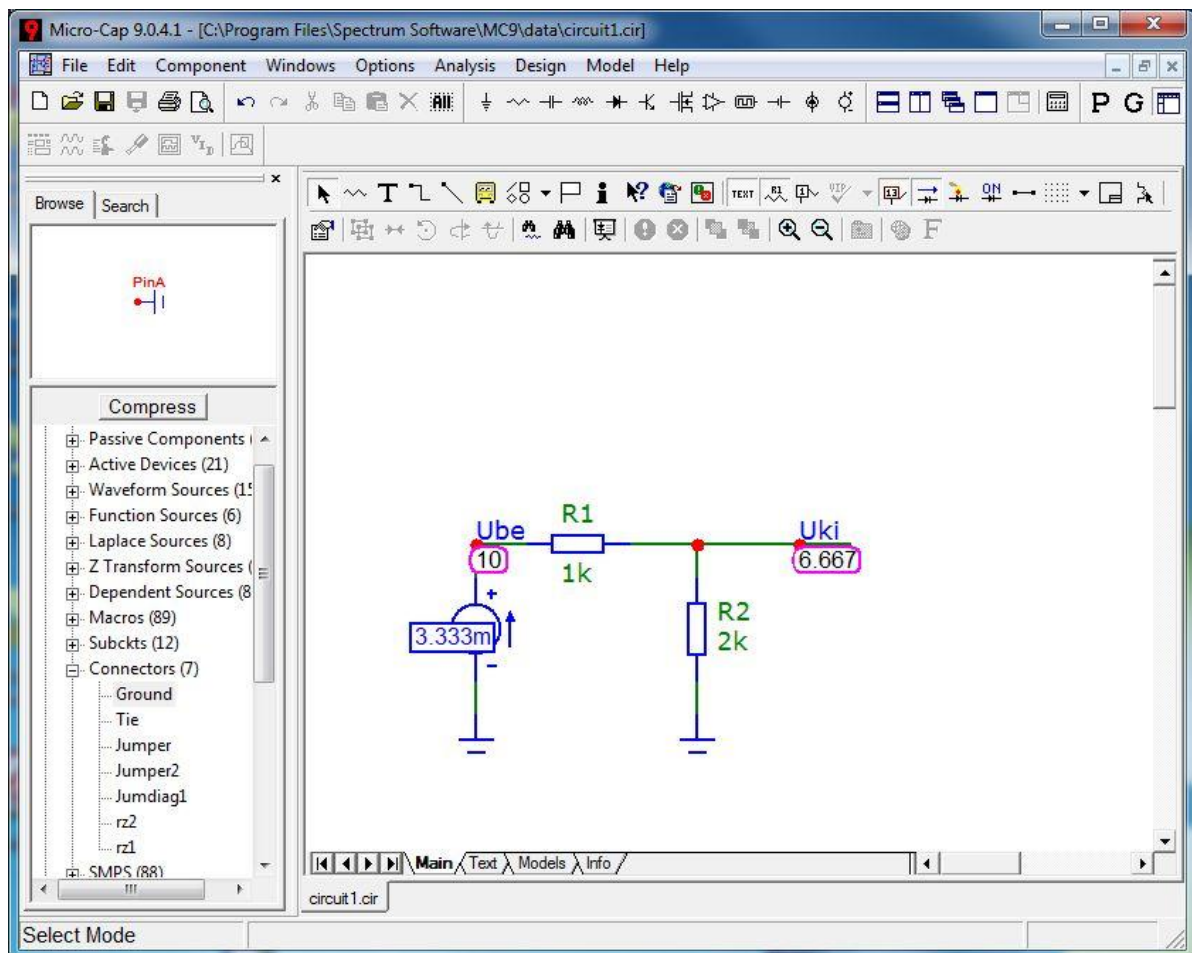


Ezt követően a felbukkanó ablakban állítsuk be a szimulációnk paramétereit. Elsőként a *Time Range* mezőbe írjuk be a szimuláció időtartamát. A *Maximum Time Step* mezőbe pedig ennek minimum az ezred részét (ezzel mintavételezési gyakoriságot - két vizsgálati pont között eltelő legnagyobb időkülönbséget - állíthatunk be). Az *Operating Point* jelölőnégyzet bepipálása esetén a szimulátor a kezdeti értékek alapján kiszámolja, hogy az áramkör elemei milyen aktuális DC értéket vesznek fel és innen indítja a szimulációt. **Az *Operating Point Only* jelölőnégyzet bepipálása** esetén az időintervallumok beállítása akár el is hagyható, mivel ekkor nem fut le az időbeli vizsgálat, csupán a munkaponti értékeket számolja ki a program. **Az *Auto Scale Range* jelölőnégyzet bepipálásával** pedig a tengelyek automatikus skálázását engedélyezhetjük. **Jelen szimulációnál a *Time Range* mezőbe „1u” értéket a *Time Step* mezőbe pedig „0.1n” értéket írunk be.**





Ezt követően az OK gombra kattintva lefut a szimuláció. A megjelenő koordináta-rendszer bezárása után a *Kapcsolási rajz szerkesztő* felett kattintsunk a *Node Voltages*  valamint a *Currents*  gombokra, melynek hatására a kapcsoláson megjelennek az egyes csomópontok és a referencia feszültség szint között eső feszültségek valamint az egyes áramkörökben folyó áramok.



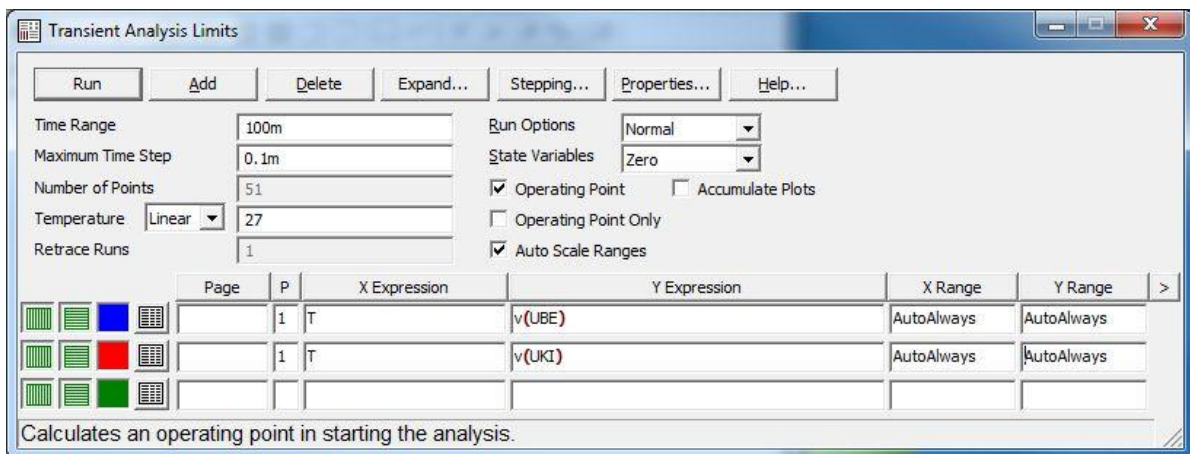
5.2. Jelalakok vizsgálata

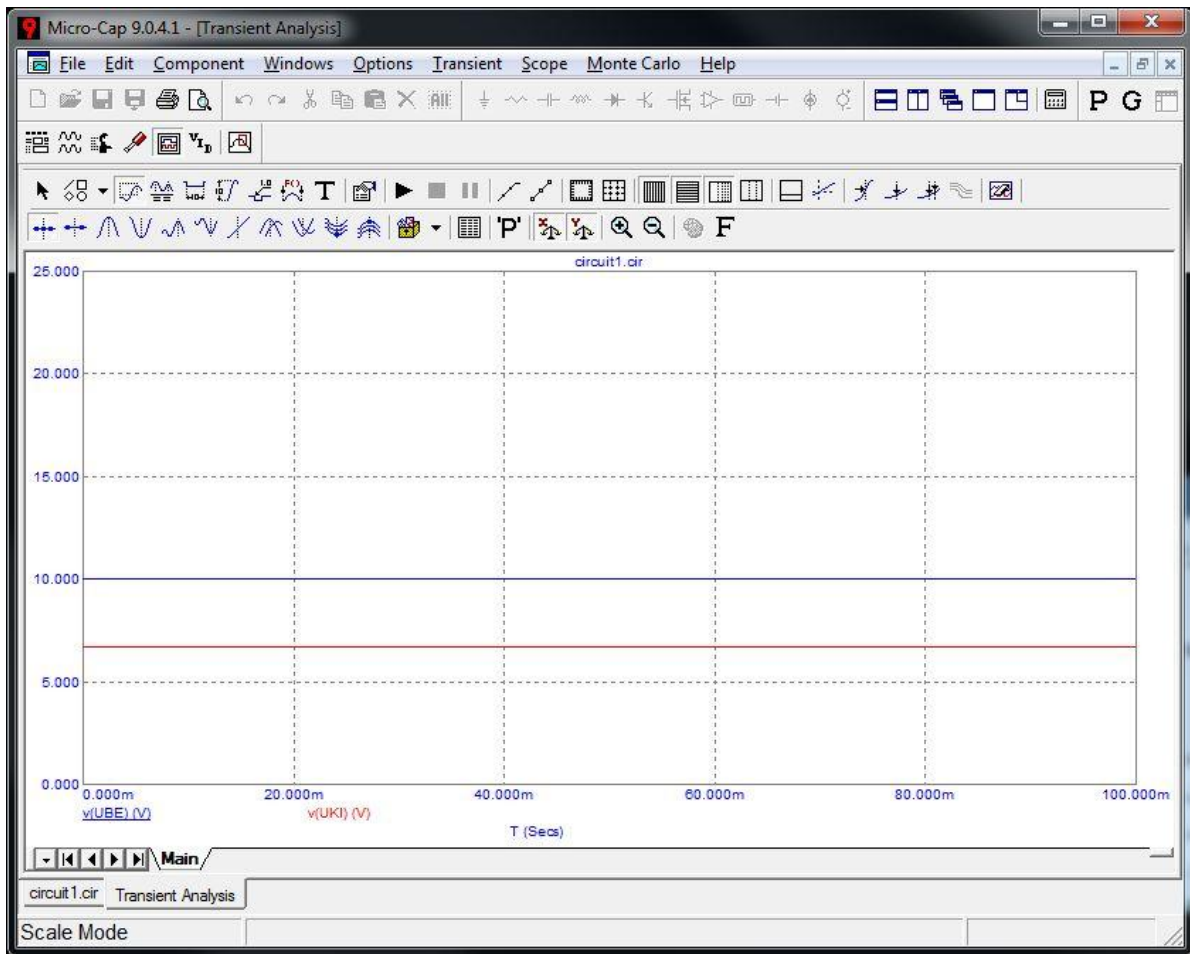
Tranziens analízisnél tengelyek beállítása manuálisan is megtörténhet. Ekkor az X range és az Y range oszlopba az X és Y tengely skálázását állíthatjuk be. Itt vesszővel elválasztva a következő értékek találhatóak: szimuláció végének ideje, a szimuláció kezdetének ideje, a szimulációs segédvonalak megjelenítésének „időintervalluma” (például a 10,-20,0.5 érték megadása az Y tengelynél azt jelenti, hogy a skálázás -20-tól fog indulni, 10-ig tart 0.5-ös felbontással). Az *Y expression* oszlopban állíthatjuk be a vizsgálandó mennyiséget (a függőleges tengelyen kirajzolva). A betű utal a mérendő mennyiségre (és mértékegysére) (v - voltage, vagyis feszültség; i - current, vagyis áram, stb.), a zárójelben lévő kifejezés pedig a csomópont, annak elnevezésére vagy eszközre (pl.: 1, 2, Ube, Uki, R1, R2, D1 ...) vonatkozik. A mérendő mennyiség menüből való kiválasztásához jobb gombbal kattintsunk az *Y expression* oszlopba, majd a *Variables / Device Currents* menüpontból válasszuk ki például a mérni kívánt elem áramát. Az *X expression* oszlopban a vízszintes tengely skálázását állíthatjuk be. Időtartománybeli vizsgálatkor ide T (Time) betűt kell írni, transzferkarakterisztika mérésekor pedig az *Y expression*-nál megismert módszerrel kell kiválasztani a vízszintes tengely skálázását.





A *P (Plot)* oszlopban megadhatjuk, hogy az adott mennyiséget melyik koordináta-rendszerbe helyezze el a program (ekkor a tengelyek skálázása azonos lesz, így célszerű hasonló nagyságrendű jeleket venni egy koordináta-rendszerbe). A sorok előtt található gombokkal pedig az egyes tengelyek skálázásának logaritmikus/lineáris osztását, valamint az ezt követő színes négyzettel a mért jellemző koordináta-rendszerben megjelenő színét állíthatjuk be. Új mérendő mennyiséget az *Add* gomb megnyomásával vehetünk fel, törölni pedig a *Delete* gombbal tudunk.

Mérjük le az Ube valamint az Uki feszültségeit 100 milisecundomos szimulációs időintervallummal (a *Maximum Time Step* mezőt az ezredére választva legyen „0.1m”). *Operating Point Only* jelölőnégyzet ne legyen bepipálva, az *Auto Scale Range* jelölőnégyzet pedig legyen bepipálva. Az *OK* gombra kattintás után egy koordináta-rendszeren jelenik meg az időbeli szimuláció eredménye.





Később elektronikus jegyzőkönyvek készítésénél a *Select Mode*-ot  választva, majd az egér bal gombjának lenyomása mellett a hasznos információt tartalmazó részt kijelölve az *Edit / Copy To Clipboard* funkcióval a vágólapra másolhatjuk a kijelölt területet.

A *Cursor Mode*-ot  választva a jobb és bal egérgombok használatával lemérhetjük a megjelenített értékek amplitúdóját (jel Y tengellyel való metszéspontjában mért értékét), valamint a kurzor helyzetének aktuális időpillanatát (X tengellyel való metszéspontját). Ehhez a képernyő alján jobb majd bal egérgombbal is kattintsunk bele a mérni kívánt jellemző mellett található jelölőnégyzetbe, hogy abban L,R, vagy B betű jelenjen meg. Esetünkben v(Ube) mellett a L betű, v(Uki) mellett pedig az R betű szerepeljen. Ezt követően az egér jobb illetve bal gombjának lenyomva tartása mellett mozgathatjuk a kurzort a kiválasztott jellemzők idődiagramján.

Gyakorló házi feladat 1.:

Helyettesítsük R2-t egy 1μ Farádos kondenzátorral, R1-et állítsuk $10K\Omega$ -ra, a feszültségforrást pedig cseréljük le egy 12V-os Battery elemre majd vizsgáljuk meg a szimuláció eredményét. A kondenzátor feszültségét (pl.: v(Uki)) és áramát (pl.: i(C1)) külön koordinátarendszerben ábrázoljuk. (A Time Range értéke legyen „100m” secundum, a Maximum Time Step értékére pedig „0.1m” secundum. Az Operating Points jelölőnégyzet ne legyen bepipálva, hogy a szimuláció ne a munkapontból induljon, hanem a „0 időpillanattól”). Lássuk be, hogy a szimuláció során a kondenzátor töltődése figyelhető meg.

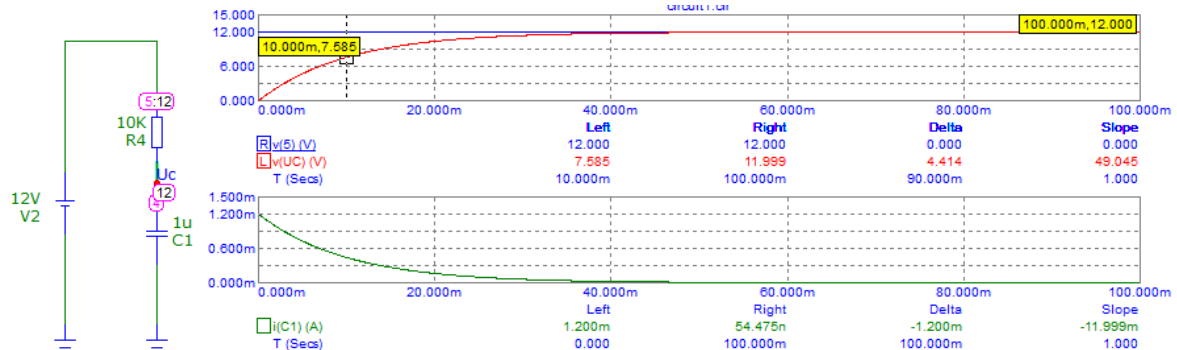
A kondenzátor időállandója ekkor a rajta ekkor eső feszültség következőképp számolható:

- $\tau = RC = 10 \cdot 10^3 \Omega \cdot 10^{-6} F = 10^{-2} s$.

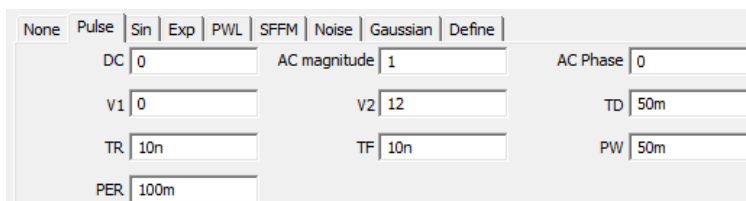


- $U_{\tau} = U \cdot 63\% = 12V \cdot 0.6 = 7,2V$ kell, hogy legyen.

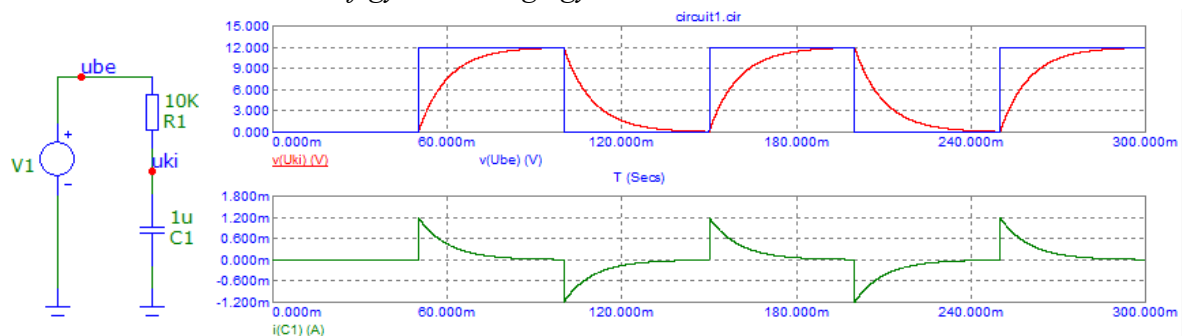
A mérés kapcsolási rajza és az elvárt szimulációs eredmény:



Ezt követően a Battery elemünket cseréljük vissza Voltage Source-ra, és a Pulse fül alatt található ablakban állítsunk be egy 50% kitöltési tényezőjű 12V-os csúcsfeszültségű négyzetjelet a következőképpen:



A bemeneti feszültséget (pl.: $v(U_{be})$), a kondenzátor feszültségét (pl.: $v(U_{ki})$) ugyanazon, a kondenzátor áramát (pl.: $i(C1)$) pedig külön koordinátarendszerben ábrázoljuk. (A Time Range értéke legyen „300m” secundum, a Maximum Time Step értékére pedig „0.3m” secundum. Az Operating Points jelölőnégyzet ne legyen bepipálva, hogy a szimuláció ne a munkapontból induljon, hanem a „0 időpillanattól”). Lássuk be, hogy a szimuláció során a kondenzátor periodikus töltődése és kisütése figyelhető meg egy 50 milisecundumos holtidő után.



Gyakorló házi feladat 2.:

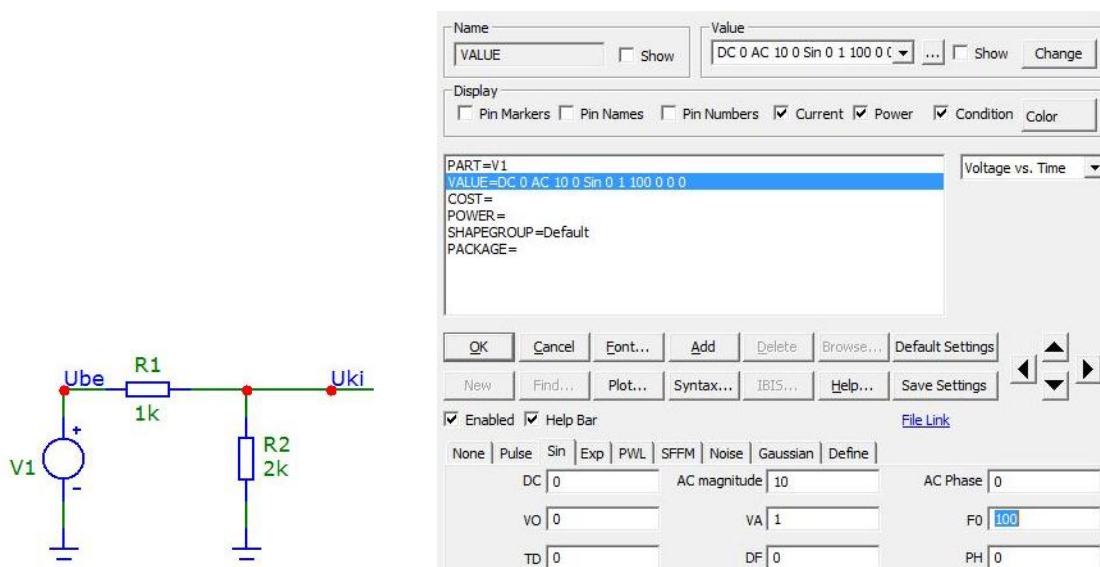
Változtassuk meg a kiinduló kapcsolásunk V1 feszültségforrásának típusát váltakozó áramú generátorra. Ehhez a generátor beállításánál a táblázat fölött található fülek közül válasszuk a Sin fület majd a DC értéket állítsuk 0V-ra, az AC magnitude értéket állítsuk 10-re, VA értékét pedig 10V-ra. Ezzel a feszültséggenerátor kimenetén megjelenő feszültség egyenáramú összetevőjét (offset) 0V-ra állítjuk, a váltóáramú amplitudóját (VA) pedig 10V-ra. Az F0-értékének 100-ra állításával 100 Hz-es jelet állítunk be. (A másik lehetőség Sin Source feszültségforrás elhelyezése, melynél először a generátor nevét kell megadnunk a Modell



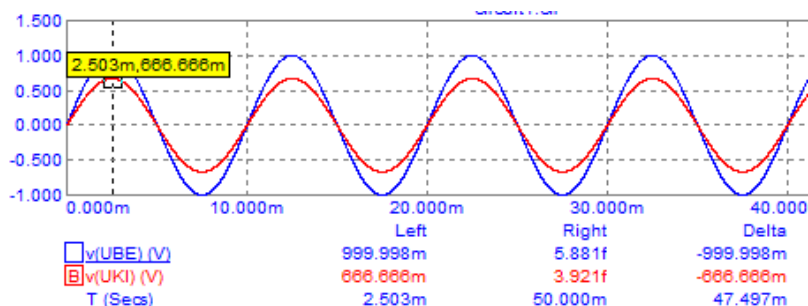
paraméter Value mezőjébe, majd ezt követően állíthatók be az egyes paraméterek: $F:100[\text{Hz}]$, $A:10[\text{Amplitudo}]$, $DC:0[\text{Offset}]$, $PH:0[\text{Phase}]$, $RS:1\text{m}[\text{Resistance}]$).

Ezt követően tranziens analízis segítségével vizsgáljuk meg a kimeneti jel alakulását 50 m Secundumos szimuláció mellett (Figyeljünk a Maximum Time Step értékére is!). Cursor Mode segítségével olvassuk le a kimeneten mérhető feszültség csúcserékét. Ehhez a képernyő alján jobb majd bal egérgombbal is kattintsunk bele az $v(\text{Uki})$ szöveg mellett található jelölőnégyzetbe, hogy abban B betű jelenjen meg. Ismételjük meg a mérést 10 Hz-nél valamint 1000 Hz-nél is (Figyeljünk a szimuláció időtartamára!). Állapítsuk meg, milyen összefüggésben van a kimeneti feszültség és a frekvencia.

A mérés kapcsolási rajza és az elvárt szimulációs eredmény:



Page	P	X Expression	Y Expression
1	T		$v(\text{UBE})$
1	T		$v(\text{UKI})$

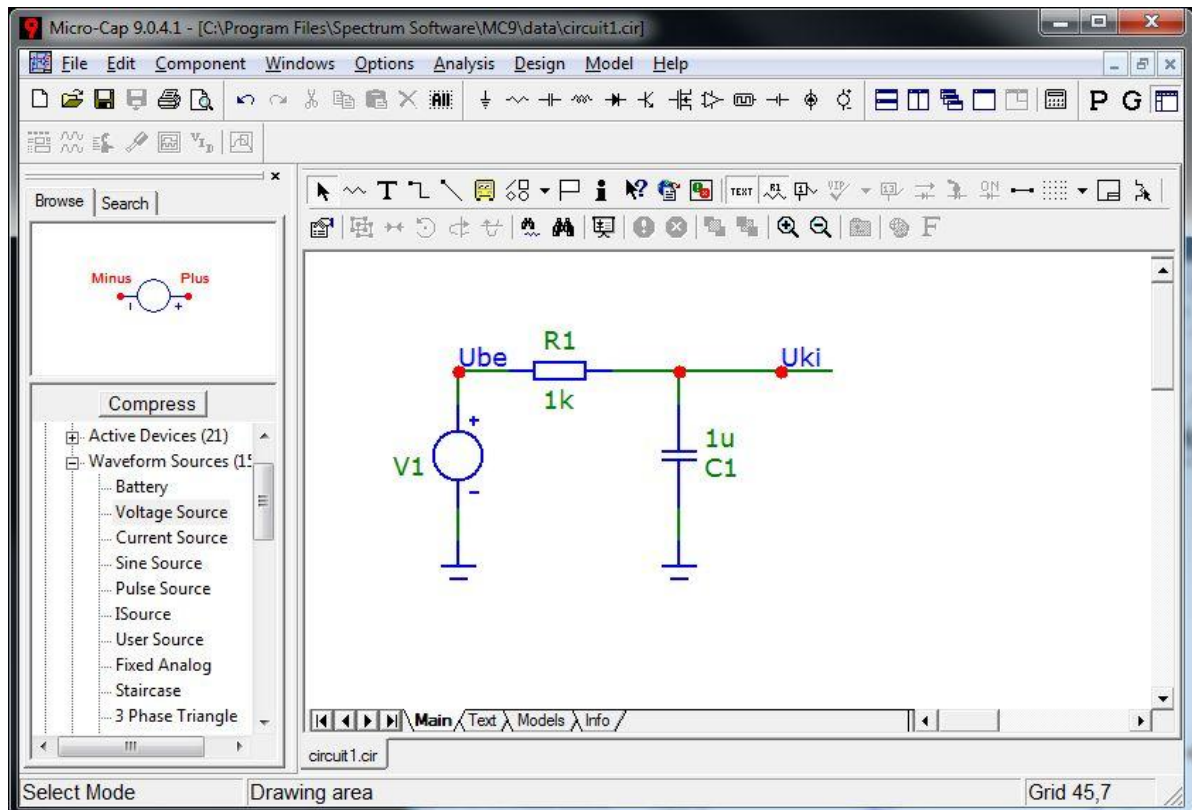




6. További feladatok

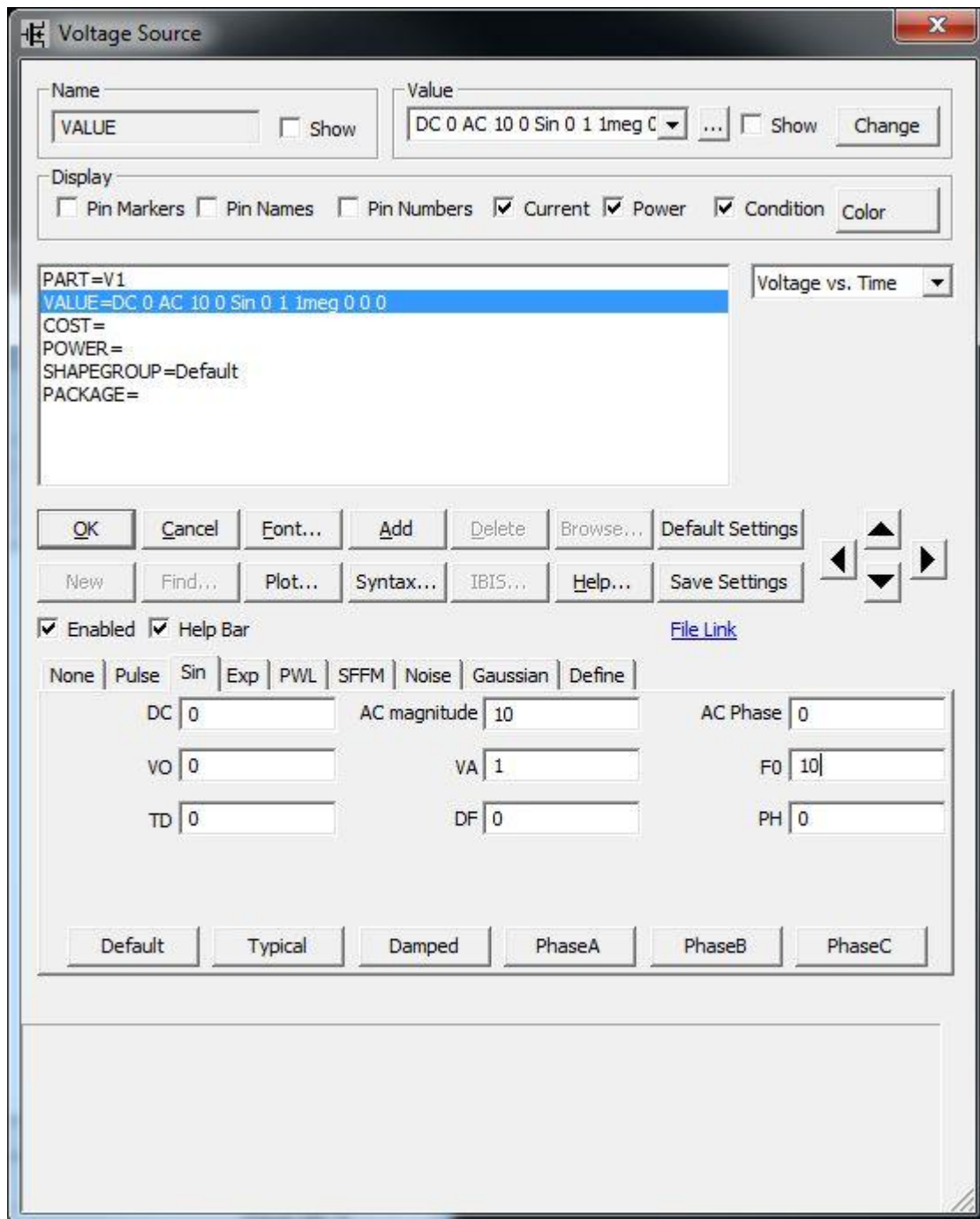
6.1. RC kör tulajdonságainak mérése:

Az eredeti kapcsolásból kiindulva hozzuk létre a következő kapcsolást. **(R2-t cseréljük le egy $1\ \mu$ Farádos kondenzátorra a Components / Analog Primitives / Passive Components / Capacitor menü segítségével. Ezt követően a kapacitás értékéhez írjuk be „1u” értéket):**



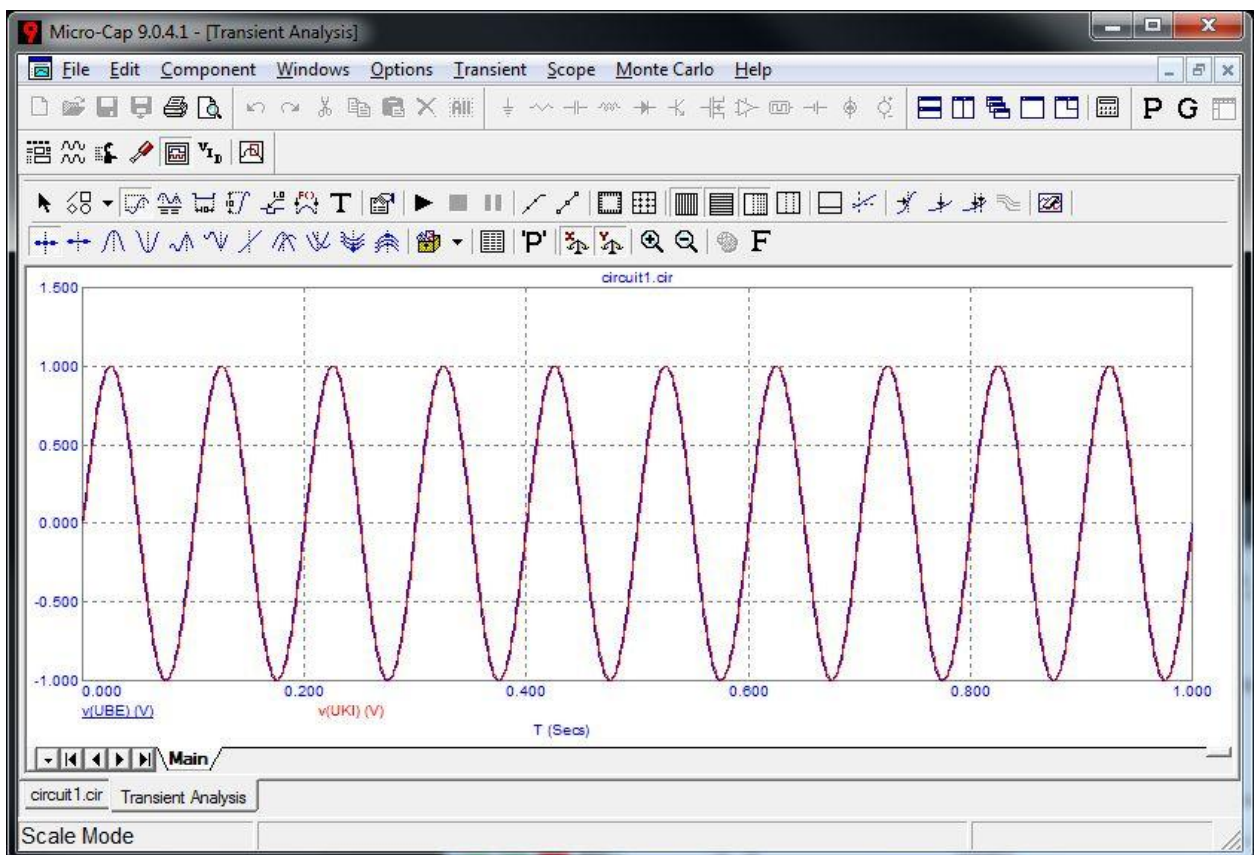
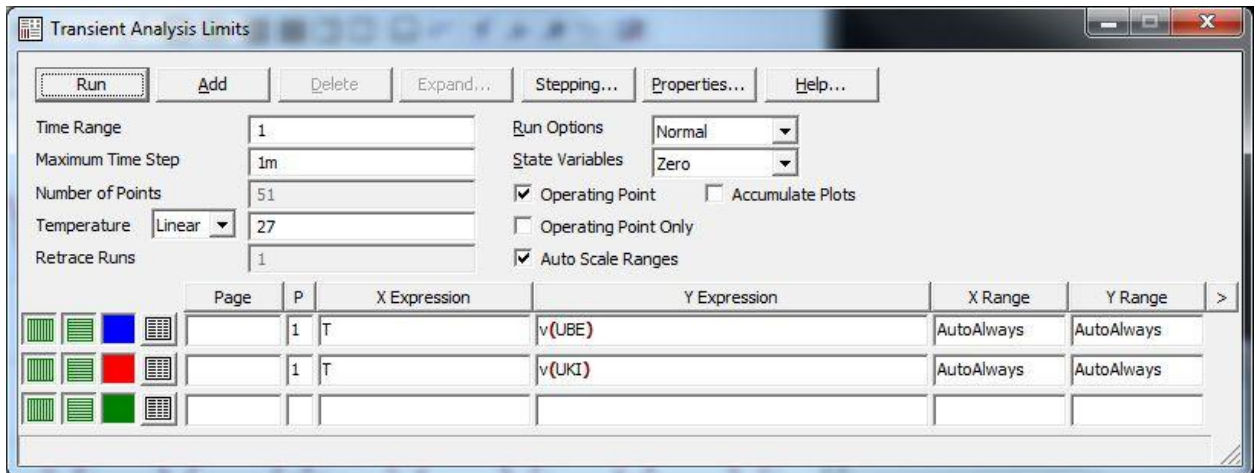




Változtassuk meg a kiinduló kapcsolásunk V1 feszültségforrásának típusát váltakozó áramú generátorra. Ehhez a generátor beállításánál a táblázat fölött található fülek közül válasszuk a *Sin* fület majd a DC értéket állítsuk 0-ra, a VA értékét pedig 1-re. Ezzel a feszültséggenerátor kimenetén megjelenő feszültség amplitúdóját (VA) 1V-ra állítottuk. F0-értékének állítsuk 10-re, így a generátor frekvenciája 10 Hz lesz.





Ezt követően tranziens analízis segítségével vizsgáljuk meg a kimeneti jel alakulását 1 másodperces szimuláció mellett (a *Time Range* értéke legyen „1”, a *Maximum Time Step* értékére pedig „1m” legyen).

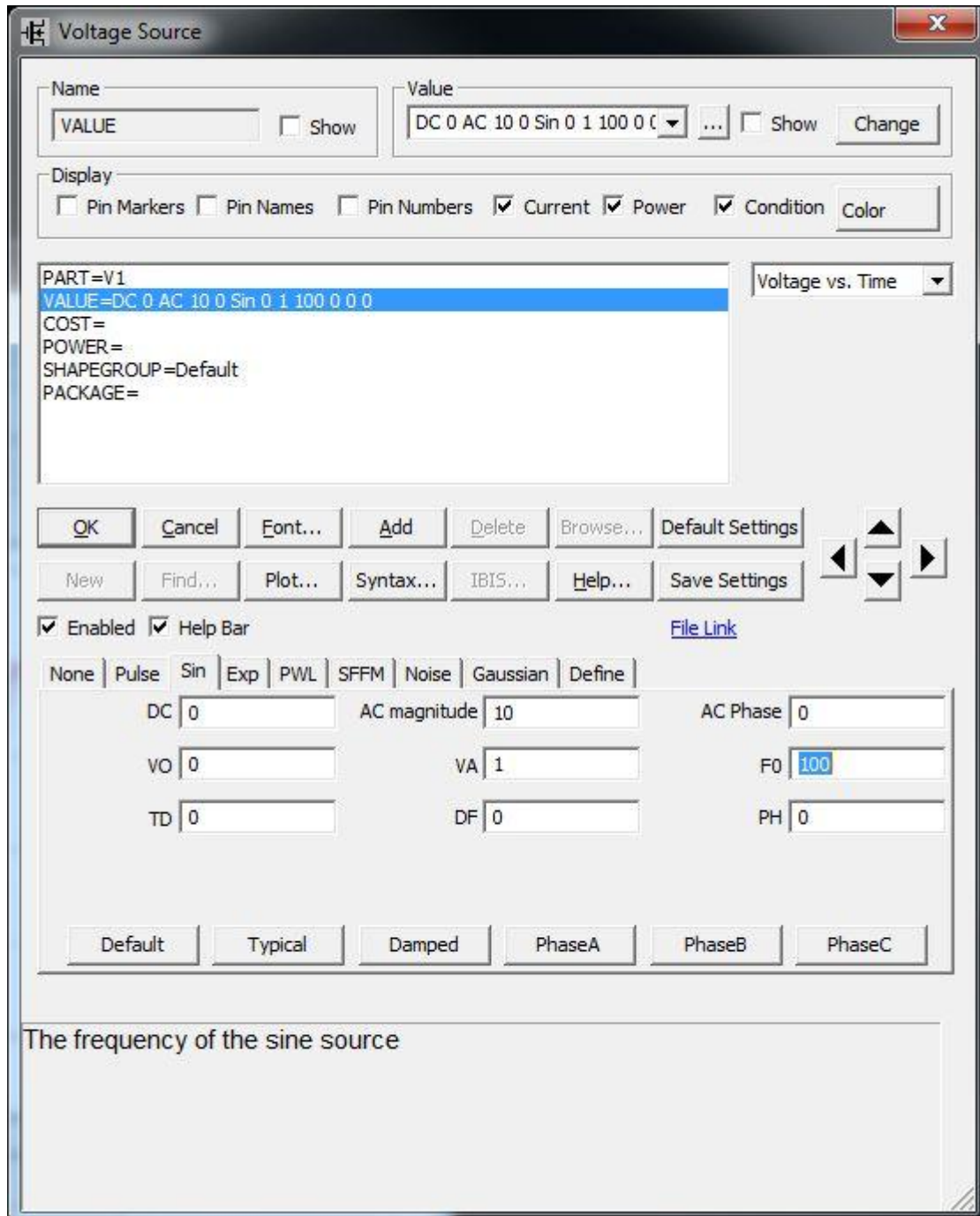


Cursor Mode  segítségével olvassuk le a kimeneten mérhető feszültség csúcserőértékét. Ehhez a képernyő alján jobb és bal egérgombbal kattintsunk bele az v(Uki) szöveg mellett található jelölőnégyzetbe, hogy abban B betű jelenjen meg. Ezt követően a *Peak*  gombra kattintva olvassuk le a kimeneti feszültség csúcserőértékét. Ezt követően a bal illetve jobb gomb lenyomása és nyomva tartása mellett húzza el a kurzort egy másik csúcserőértékbeli pontba.



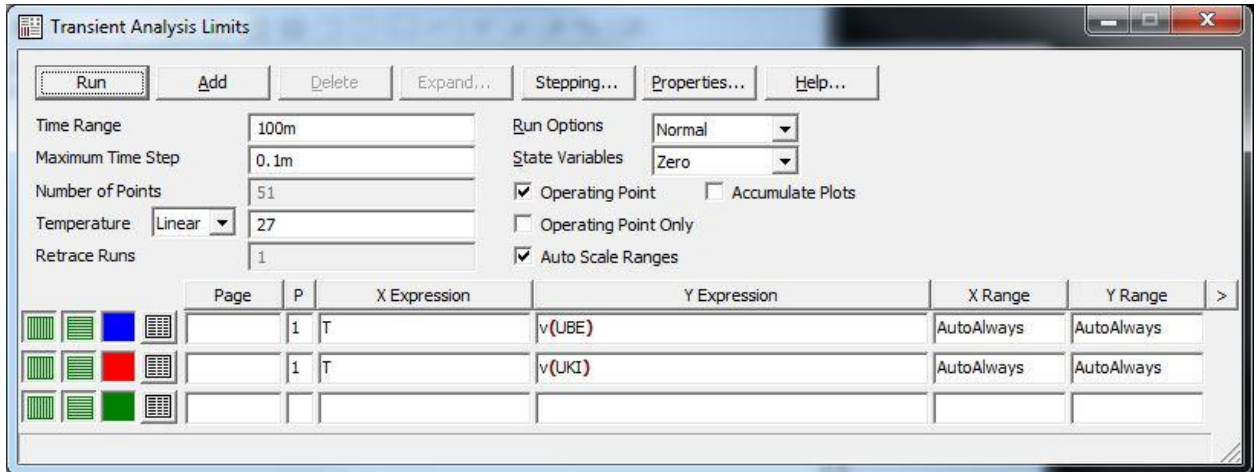
Ismételjük meg a mérést 100 Hz-nél valamint 1000 Hz-nél is.

Ehhez a szimulációból kilépve térjünk vissza a kapcsolási rajzunkhoz, ahol a feszültséggenerátor F0 értékét állítsuk 100-ra, ezzel 100 Hz-es jelet előállítva.

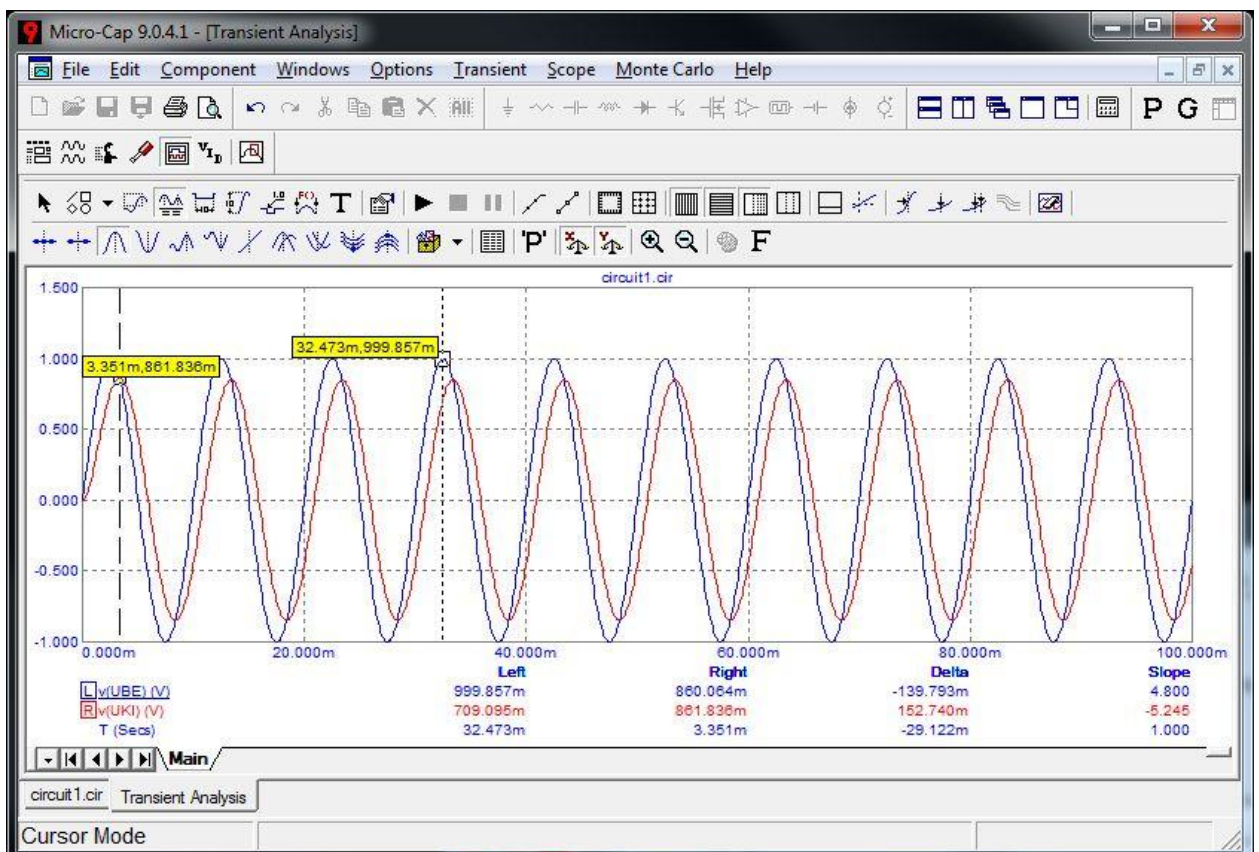




A tranziens analízis beállításainál most 100 milisecundumot állítsunk be a *Maximum Time Step* értéke pedig legyen „0.1m”.



A szimuláció lefuttatása után a *Cursor Mode* segítségével olvassuk le a kimeneten mérhető feszültség csúcserőértékét. Ehhez a képernyő alján a jobb és bal egérgomb használatával kattintsunk bele az v(Uki) szöveg mellett található jelölőnégyzetbe, hogy abban a B vagy az R betű jelenjen meg. Ezt követően a *Peak* gombra kattintva olvassuk le a kimenet értékét. Ismételjük meg a mérést v(Ube) bemeneti feszültségre is. Ehhez kattintsunk bele az v(Ube) szöveg mellett található jelölőnégyzetbe, hogy abban a B vagy az R betű jelenjen meg majd a *Peak* gombra kattintva olvassuk le a bemenet értékét.





Ismételjük meg a mérést 1000 Hz-nél is.

Voltage Source

Name: VALUE Show

Value: DC 0 AC 10 0 Sin 0 1 1000 0 0 Show

Display: Pin Markers Pin Names Pin Numbers Current Power Condition

PART=V1
VALUE=DC 0 AC 10 0 Sin 0 1 1000 0 0
COST=
POWER=
SHAPEGROUP=Default
PACKAGE=

Voltage vs. Time

Enabled Help Bar [File Link](#)

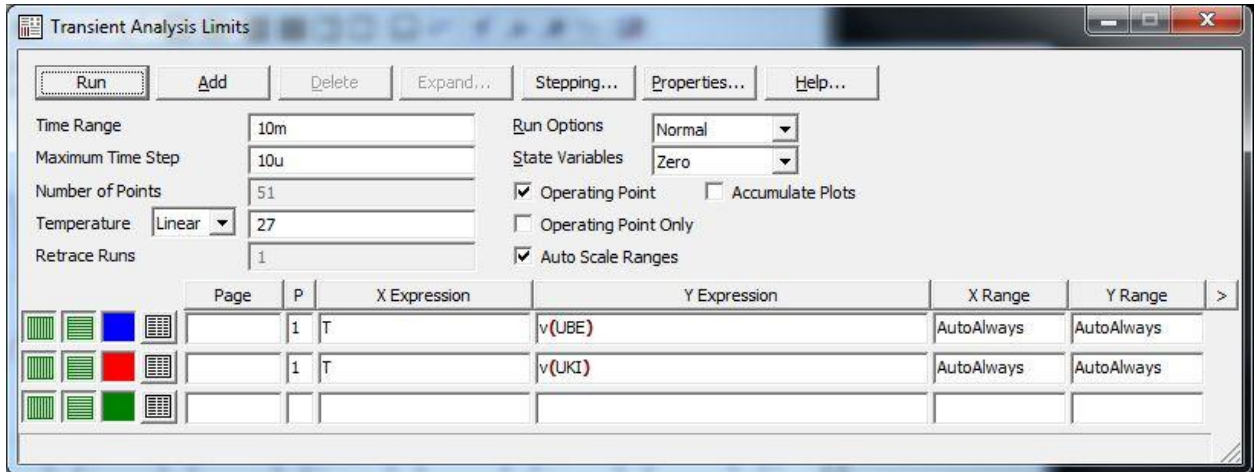
None | Pulse | Sin | Exp | PWL | SFFM | Noise | Gaussian | Define

DC 0 AC magnitude 10 AC Phase 0
VO 0 VA 1 F0 1000
TD 0 DF 0 PH 0

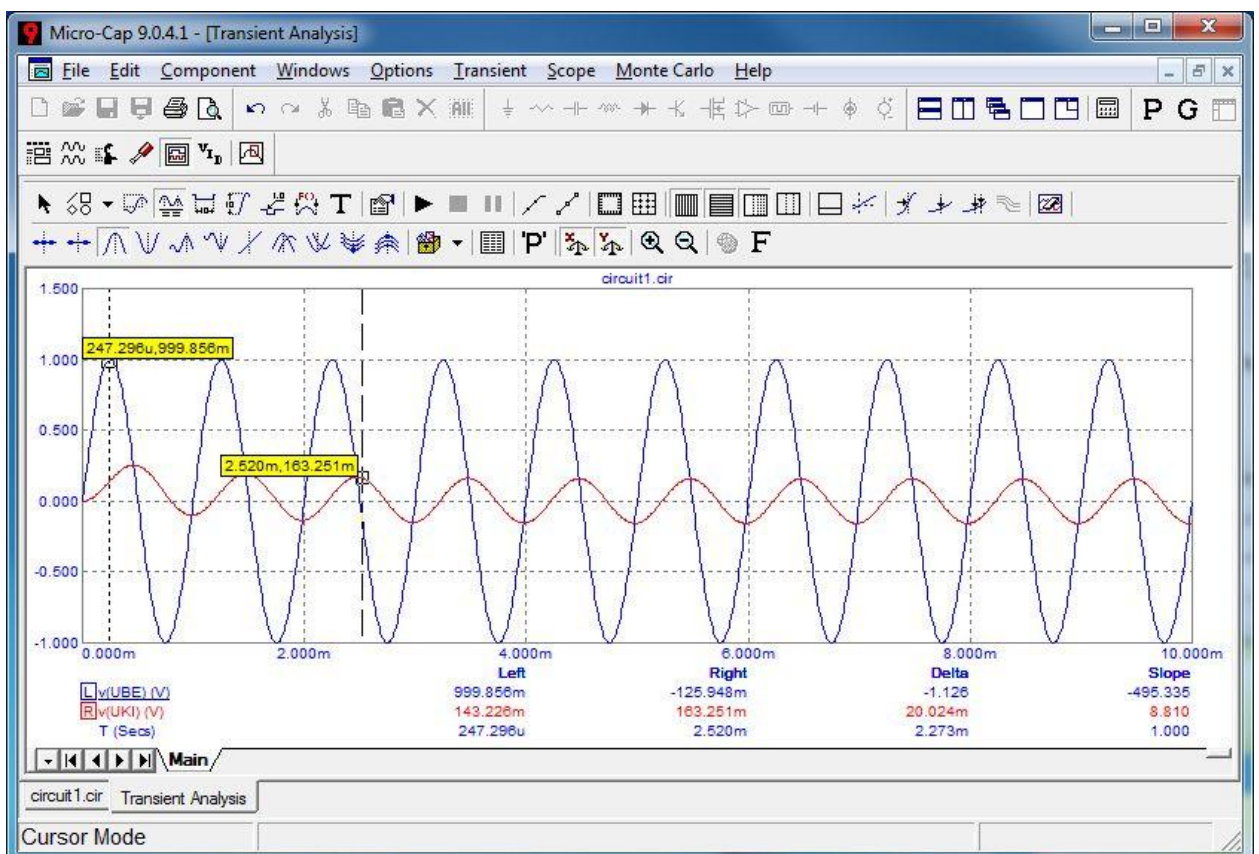
The frequency of the sine source




A tranziens analízis beállításainál most 10 milisecundumot állítsunk be a *Maximum Time Step* értéke pedig legyen „1u”.

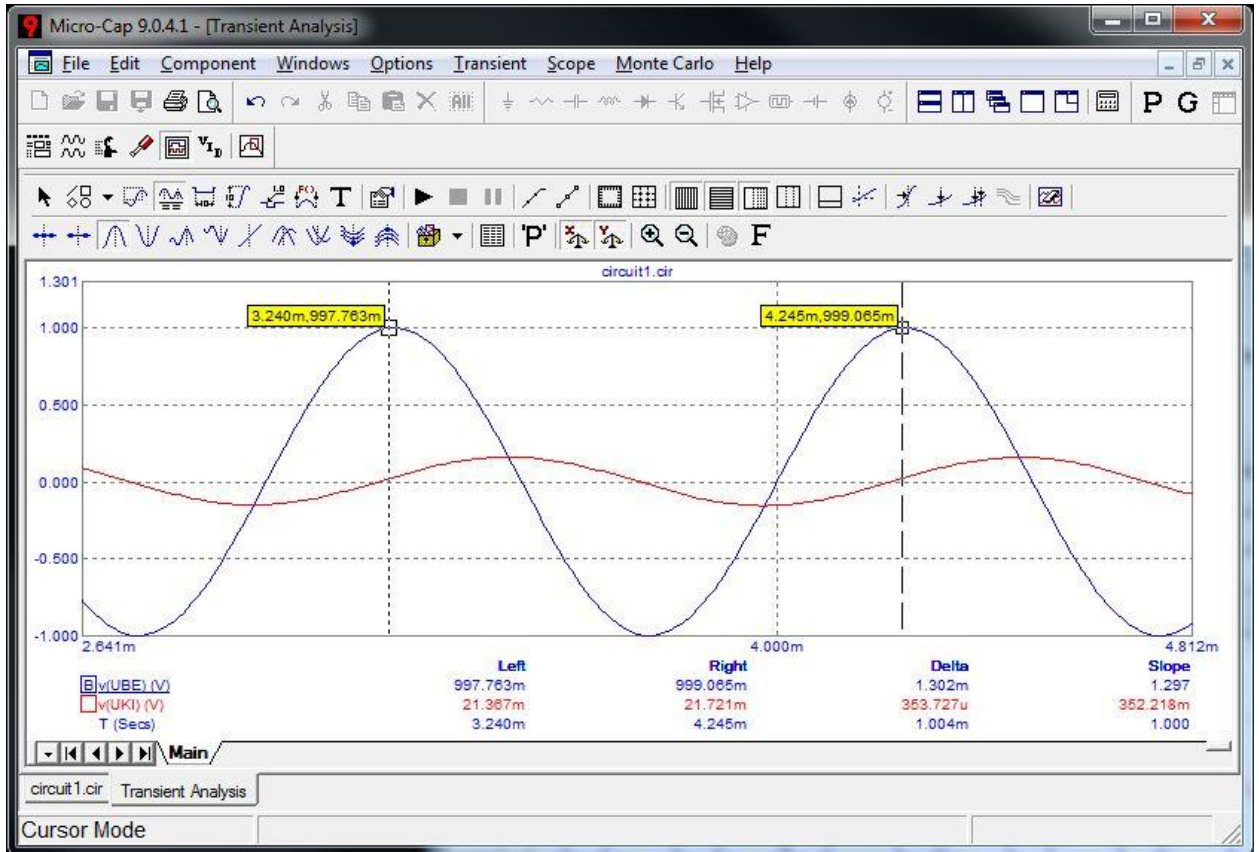


A szimuláció lefuttatása után a *Cursor Mode* segítségével olvassuk le a kimeneten mérhető feszültség csúcserőértékét. Ehhez a képernyő alján a jobb és bal egérgomb használatával kattintsunk bele az v(Uki) valamint v(Ube) szöveg mellett található jelölőnégyzetbe úgy, hogy v(Ube) mellett az L v(Uki) mellett pedig az R betű jelenjen meg. Ezt követően a jobb illetve bal egérgomb lenyomása és nyomva tartása mellett húzzuk a kurzorokat a ki és bemeneti jelek csúcserőértékére.





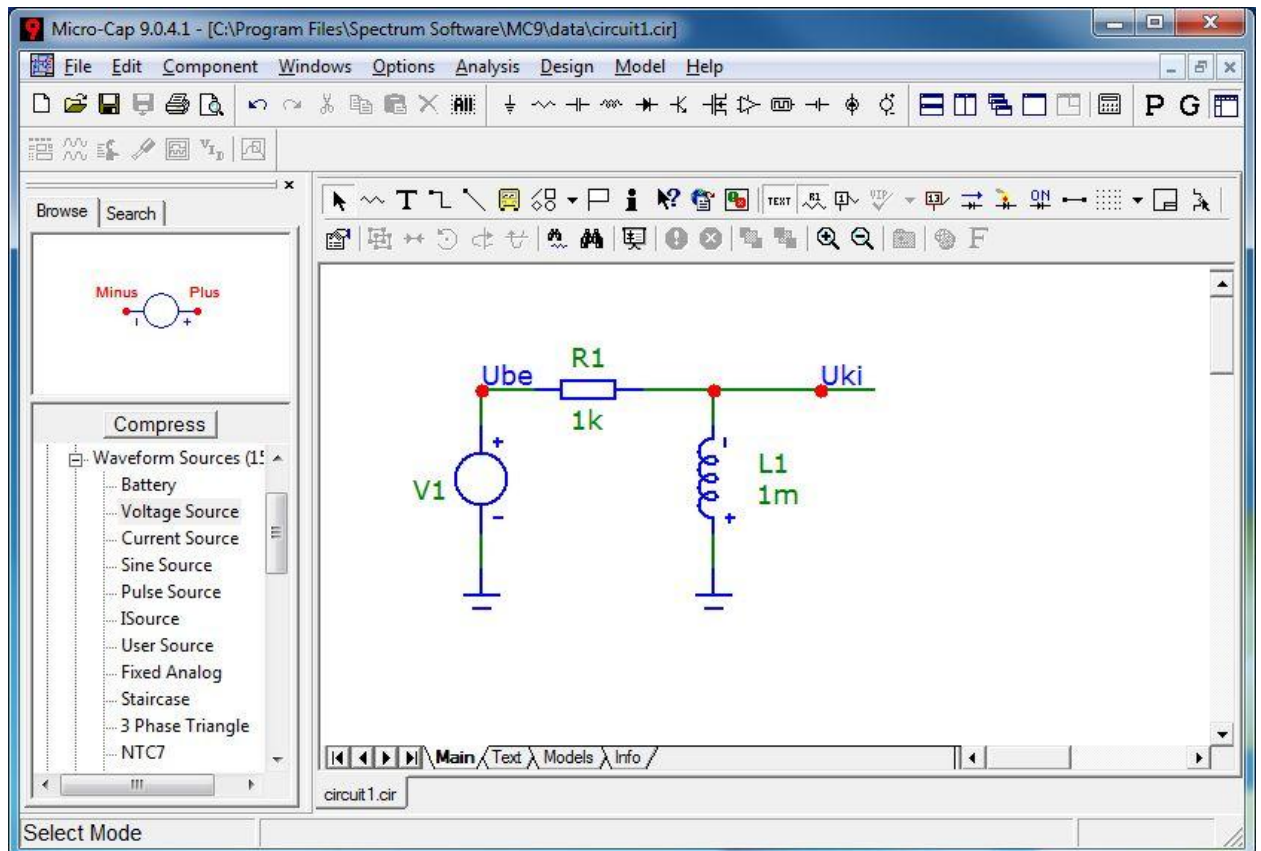
A **Scale Mode**  gombra kattintás után a bal egérgomb nyomva tartása mellett nagyítsunk ki megközelítőleg két periódusidőnyi jelet, majd a **Peak** gomb használatával ismét keressük meg a kimeneti feszültség maximális értékét.





6.2. RL kör tulajdonságainak mérése:

Mérje le az alábbi RL kör kimenetének csúcserőértékeit 1V amplitúdójú bemeneti szinuszos jel használata mellett 10KHz, 100KHz, 1MHz értékeknél. L értéke legyen 1 mili Henri.





Nyomtatni:



Név: Dátum:

7. Feladatok

7.1.R

U _{be} [V]	U _{ki} [V]	I [mA]	$a_u = U_{ki}/U_{be}$	$a_{u[dB]} = 20\log A_u$ [dB]

Adja meg a hálózat feszültség-átviteli függvényét ($A_u(j\omega)$).

7.2.RC

	$a_u = U_{ki}/U_{be}$	$a_{u[dB]} = 20\log A_u$ [dB]
10 Hz		
100 Hz		
1 kHz		

Adja meg a hálózat feszültség-átviteli függvényét ($A_u(j\omega)$).

7.3.RL

	$a_u = U_{ki}/U_{be}$	$a_{u[dB]} = 20\log A_u$ [dB]
10 kHz		
100 kHz		
1 MHz		

Adja meg a hálózat feszültség-átviteli függvényét ($A_u(j\omega)$).